

Inter-Am. Trop. Tuna Comm.

Bulletin

LIBRARY

MAR 7 1960

FISH & WILDLIFE SERVICE

4(1)

INTER - AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION **COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL**

Bulletin — Boletín
Vol. 4, No. 1

**THE FOOD OF THE LARVAE OF THE NORTHERN
ANCHOVY *ENGRAULIS MORDAX***

**EL ALIMENTO DE LAS LARVAS DE LA ANCHOA
NORTEÑA *ENGRAULIS MORDAX***

by — por

LEO BERNER, JR.

La Jolla, California
1959



INTER - AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Bulletin — Boletín
Vol. 4, No. 1

THE FOOD OF THE LARVAE OF THE NORTHERN
ANCHOVY *ENGRAULIS MORDAX*

EL ALIMENTO DE LAS LARVAS DE LA ANCHOA
NORTEÑA *ENGRAULIS MORDAX*

by — por
LEO BERNER, JR.

La Jolla, California
1959

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
METHOD.....	3
FEEDING.....	4
SIZE OF FOOD.....	4
COMPOSITION OF DIET.....	4
INCIDENCE OF FEEDING.....	5
PHYSICAL CONDITION OF LARVAE.....	5
DISCUSSION.....	6

FIGURES — FIGURAS.....	8
------------------------	---

TABLES — TABLAS.....	13
----------------------	----

SPANISH VERSION — VERSION EN ESPAÑOL

	Página
METODO.....	16
NUTRICION.....	17
TAMAÑO DEL ALIMENTO.....	17
COMPOSICION DE LA DIETA.....	18
INCIDENCIA DE LA NUTRICION.....	18
CONDICION FISICA DE LAS LARVAS.....	19
DISCUSION.....	20

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA.....	22
---	----

THE FOOD OF THE LARVAE OF THE NORTHERN ANCHOVY

ENGRAULIS MORDAX^{1 2}

by

Leo Berner, Jr.

Hitherto the only investigation dealing with the food and feeding of the larvae of the northern anchovy, *Engraulis mordax* Girard, was that of Arthur (1956). His main consideration was, however, with the Pacific sardine, *Sardinops caerulea* (Girard), and his work on the anchovy can only be considered preliminary. The present investigation is a continuation of Arthur's work on the food of the larval northern anchovy.

The larvae used in this study (Table 3) were supplied by Dr. E. H. Ahlstrom of the South Pacific Fisheries Investigations of the U.S. Fish and Wildlife Service. They were collected in 1954 by routine plankton tows made by the California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations off the coasts of California and Baja California (Figures 1-3). The author also wishes to thank Drs. Martin W. Johnson and Carl L. Hubbs for critically reading the manuscript and offering many helpful suggestions and Mrs. Alice Theilacker who prepared the figures.

METHOD

The method of examining the larvae was similar to that used by Arthur. The larvae were removed from their preserving fluid, 5% formalin, and placed in 95% glycerine. This had several advantages. The larvae were cleared so that most food particles could be located in the gut without dissection. In addition, the larvae were made more pliable and less prone to breakage during dissection and the greater viscosity of the glycerine dampened movement and thus facilitated dissection.

After clearing for at least 24 hours, the larvae were examined through a low-powered microscope for food particles in the gut. As in all clupeoid larvae, the gut of the anchovy is suspended below the body musculature so that it is visible along its entire length, except for a short portion obscured by the liver. Those larvae found to contain food, or suspected of containing food, were placed on a microscope slide for further examination at higher magnification. Many food particles could be identified and measured in place; others were dissected out for more detailed study.

¹ Contribution from the Scripps Institution of Oceanography, New Series.

² This work was carried out while the author was employed by the U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Bureau of Commercial Fisheries, La Jolla, California.

FEEDING

Soleim (1942) observed that food ingested by herring larvae passed very quickly to the posterior part of the intestine. Food particles ingested by the anchovy apparently pass down the oesophagus rapidly; in this investigation no larvae were found with food in that organ. Preliminary investigation suggested that food might be present in localized swellings observed along the course of the oesophagi of many larvae. Careful dissection of a number of these swollen areas indicated that they contained no food material and it is assumed that they represent gulps of water taken in during the death throes of the larvae. A lesser number of larvae were found with large distended bubble-like areas in the gut. Examination of these areas never disclosed food particles.

Material in the intestine usually was readily visible through the surrounding tissue although some well-digested particles were found only by dissecting small distended areas in the gut. In some larvae longer than 12 mm. the gut wall in the vicinity of food particles was poorly preserved although otherwise these larvae were in excellent condition. It appeared that the penetration of the formalin had been slow and that the digestive enzymes had destroyed the gut from within.

SIZE OF FOOD

Arthur (1956) found that anchovy larvae ingested food covering a greater size range than did sardine larvae. My data indicate an even wider range of food size for the anchovy larvae taken in 1954 than for those examined by Arthur (Table 1). These differences cannot be related to seasonal effects but the available food may have been quite different in 1951-52.

There is a trend toward larger food as the larvae get longer (Table 2) but this trend is less marked than in the sardine. Figure 4 shows the distribution of food particle size, less than 300μ , in larvae between 2.5 and 10 mm. in length. There were only four food items longer than 300μ found.

COMPOSITION OF DIET

The actual composition of the food material in the anchovy larvae collected in 1954 differed strikingly from that found by Arthur (Table 2). The 1954 larvae, instead of becoming less euryphagous with size, continued to eat a large variety of material. The larvae longer than 7 mm. actually ate the greatest variety of food. Crustacea, mainly copepods in various developmental stages, comprised the major food item of all larval groups.

The large percentage of dinoflagellates in larvae longer than 7 mm.

resulted almost entirely from the data from one station. One 10 mm. anchovy from this station contained 21 dinoflagellates, the largest number of food particles found in any larva.

INCIDENCE OF FEEDING

The greatest percentage of feeding larvae was found in the smaller sizes with the largest group at a length of 3.75 mm. (Figure 5). In the smallest sizes, 2.5 and 3.0 mm., the proportion of feeding larvae drops abruptly because of the predominance of non-feeding yolk sac larvae. No anchovy with unpigmented eyes contained food. Loss of yolk and development of pigment in the eyes occur simultaneously. There is also a marked drop in the percentages of feeding larvae in the larger sizes, as represented by the samples examined. Food is rarely found in larvae longer than 10 mm. Between 4.5 and 9.5 mm. the drop in percentages of feeding larvae very closely parallels the drop in the percentages of total larvae in each size group. Beyond 9.5 mm. the percentage of feeding larvae drops to a very low level.

Lebour (1918, 1919, 1920, 1921), who discussed the food of many larval fishes, stated (1921) "... some thousands of young Clupeoids were examined, with the result that by far the larger proportion of the post-larvae were found empty". Other investigations of the feeding of clupeoid larvae have disclosed the same low feeding incidence. The overall feeding incidence indicated by data from the 1954 cruises was very low, 211 feeding larvae were found in a total of 13,620 potentially feeding larvae i.e. yolk sac larvae were not included. The feeding incidence for any cruise did not differ appreciably from the over-all incidence of 1.5%. However, if day and night feeding incidence are compared, the day incidence is seen to be at least 10 times that for the night (Table 4). If "day" is defined as the period from sunrise to sunset, 81.5% of the feeding larvae were taken in daytime plankton hauls. If, however, 45 minutes are allowed for twilight, 95.3% of the feeding larvae were caught during daylight hours. Only 32.7% of the total post-yolk-sac larvae were taken in daylight and twilight hauls, thus 95.3% of feeding larvae are found in only 32.7% of the potentially feeding larvae. This indicates a rather strong reliance on vision in the feeding of the anchovy larvae.

In examining the charts (Figures 1-3) showing the locations where anchovy larvae were taken during the three cruises under discussion, it may be noted that the stations where feeding occurred are not distributed over the whole region but tend to occur in definite areas. These regions, respectively south of Pt. Conception and Pt. Eugenia, are areas of concentrations of organisms on which fish larvae feed (Arthur, 1956).

PHYSICAL CONDITION OF LARVAE

Throughout this investigation the number of poorly preserved larvae found in the samples was striking. Many had lost their eyes and were

quite flaccid; in some the liver was almost completely consumed. It was impossible to determine positively whether this poor condition was due to damage while the larvae were being captured alive, or to poor preservation and handling after capture, or the circumstance that the larvae were actually dead or dying when captured. Other investigators have also found presumably dead larvae in their samples. Soleim (1942), in his work on the herring, *Clupea harengus*, reported larvae that were presumably dead when taken in plankton hauls. Marr (1956:167-168) suggests this may be the report of an artifact brought about by poor washing of the net; he does, however, list some other examples of larvae which were dead when caught. Arthur (1956) reported a considerable number of sardine larvae in poor condition and assumed that a large percentage of them might have been dead at the time of capture. He (1956:105) tabulated the morphological differences between well and poorly preserved larvae, as determined from a detailed examination of a large group of larvae. It seems probable that a significant number of larvae captured by our routine plankton hauls and examined in this work, were either dead or dying at the time. The appearance of the liver may be one of the best indicators of the condition of the larvae at the moment of capture. In poorly preserved larvae a large, intact liver suggests a larva that was injured in capture or preservation, whereas a nearly consumed liver suggests a larva which was starving or moribund at the time of capture.

Anchovy larvae longer than 15 mm. were usually well preserved, in spite of their extremely low feeding incidence. Most of these larger larvae were caught at night when, on the basis of our data, they would be least expected to contain food. A plausible explanation of this phenomenon is that the larger larvae are able to avoid the net during daylight when they are feeding and are only caught at night when they are not feeding. The undersampling of larger sardine larvae during daylight hours has been examined by Ahlstrom (1954:129-130); these data are also applicable to the anchovy.

DISCUSSION

The low feeding incidence found in clupeoid larvae has brought about considerable speculation. In discussing the reason for the lack of food in young clupeoids, Lebour (1921:458) suggests a probable reason for this apparent absence of food in the transparent stages is that the food must be quickly digested because its presence in the gut makes the larvae so conspicuous. Thus food is taken only at long intervals and rapidly passed through the gut. It would follow, under these circumstances, that fish containing food would only occasionally be caught. Arthur (1956) set forth two additional possibilities: the first, suggested by Dr. Carl L. Hubbs, is that the gelatinous, watery leptocephalus type body of the clupeoid larvae may require less nourishment per unit volume than larvae with a more substantial body. The second, which he discussed at length, but

applied only to sardines, is that healthy larvae are able to escape the net and those caught represent disproportionate percentages of sick or dying larvae. My observation that in the larvae examined there did appear to be a disproportionate number of very poorly preserved "dead" individuals fits this alternative hypothesis. It is probable that all these factors operate to some degree, but it is not possible to give estimates of their relative importance.

Morris (1955) suggested that marine fish may actually gain part of their nutrition from "dissolved" organic matter and outlined a mechanism for its use, and in support of this view wrote (p. 258) that: "Among a large number of larvae held in the laboratory, I have seen no indication that digestion proceeded at a very rapid rate nor has it appeared very complete". He unfortunately did not say what types of larvae he held, nor did he define "rapid". Later (1956) he lists the larvae held and the lengths of time he was able to hold them but adds nothing to the discussion of digestive rates or efficiency. In a personal communication to Arthur, he stated that anchovy larvae 30 to 40 mm. long, with empty guts, voided fecal material an hour to an hour and a quarter after the initial addition of food to the tank.

From our samples very little can be said about the speed of digestion. In two samples taken within 45 minutes after sunset, however, the food particles present were all in the posterior portions of the guts. Digestion of most material found in the anchovy guts was quite complete. Copepod nauplii could be identified only by the chitinous exoskeleton, which resembled a line drawing; all the internal material being digested away.

Whatever the explanation, all studies of the stomach contents of clupeoid larvae have indicated a very low incidence of feeding. The definitive test of any one or combination of the hypotheses set forth to explain this apparent lack of food cannot come from a study of preserved larvae, but must come from carefully controlled experiments with living specimens, under conditions simulating those that obtain in nature.

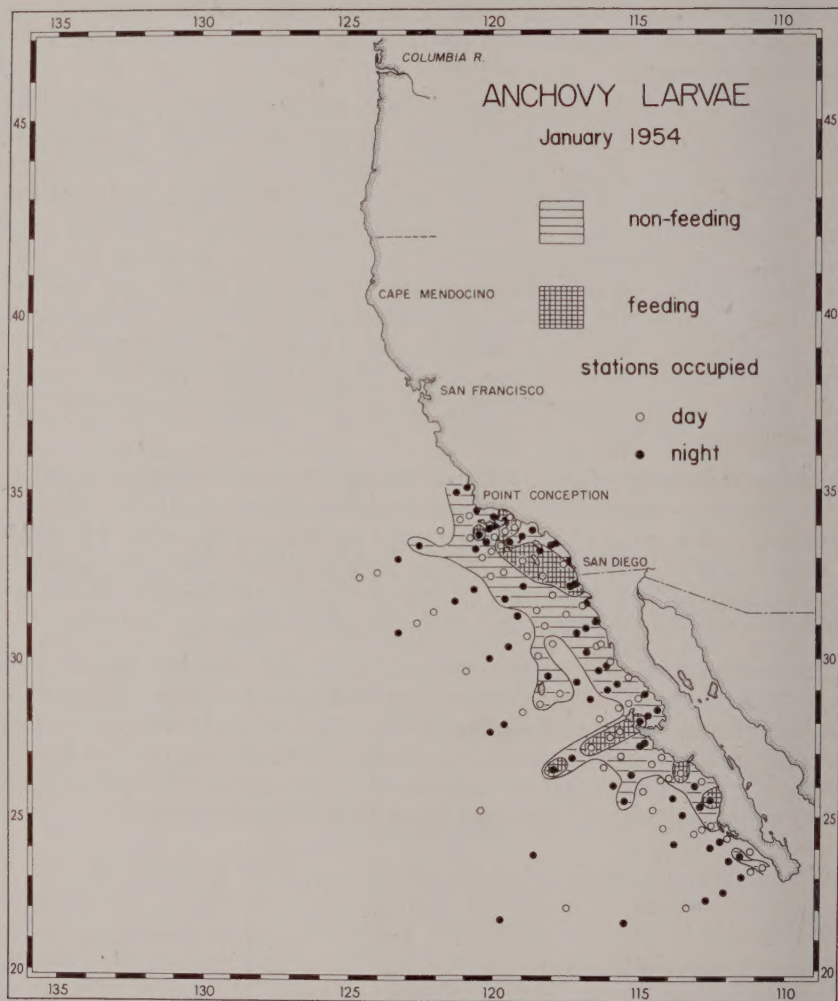


FIGURE 1. Distribution of feeding and non-feeding larvae during January 1954.

FIGURA 1. Distribución de larvas alimentándose y sin alimentarse, durante enero de 1954.

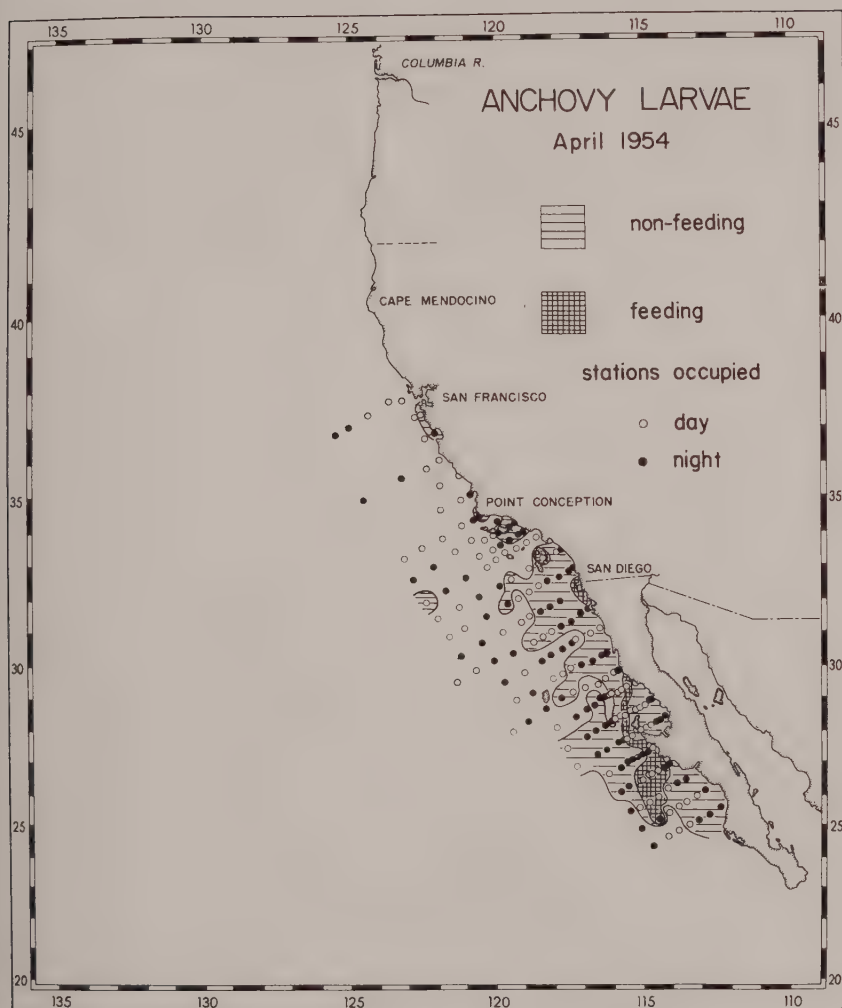


FIGURE 2. Distribution of feeding and non-feeding larvae during April 1954.

FIGURA 2. Distribución de larvas alimentándose y sin alimentarse, durante abril de 1954.

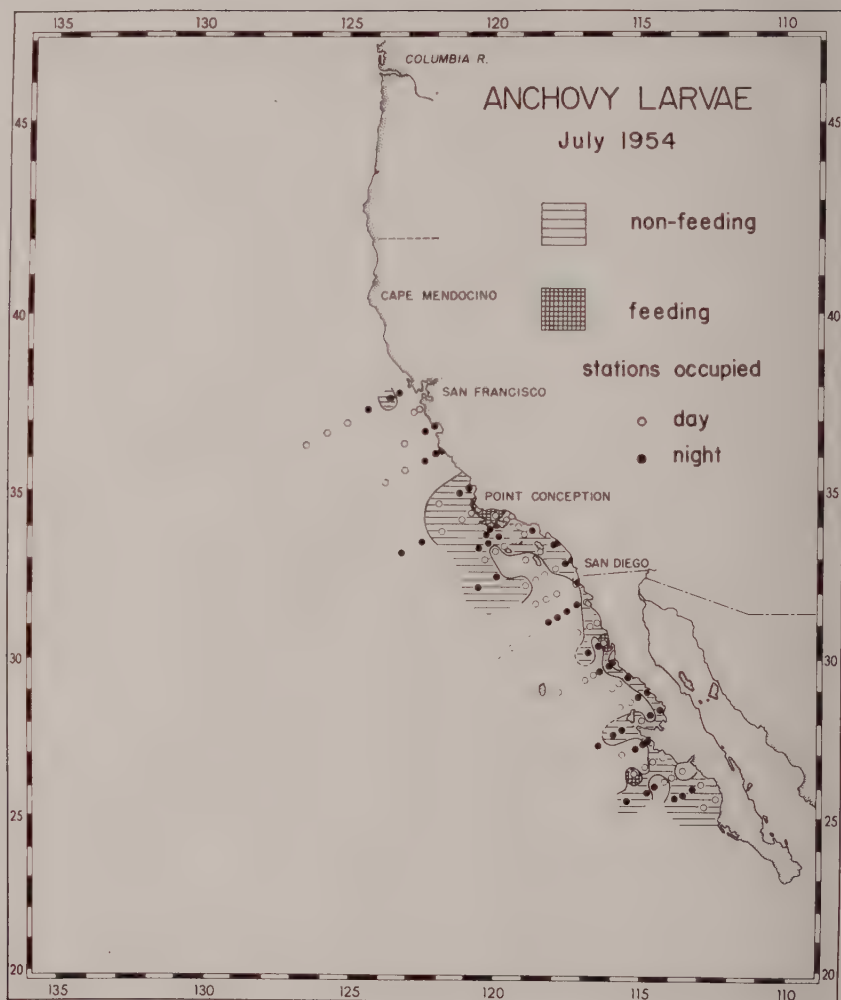


FIGURE 3. Distribution of feeding and non-feeding larvae during July 1954.

FIGURA 3. Distribución de larvas alimentándose y sin alimentarse, durante julio de 1954.

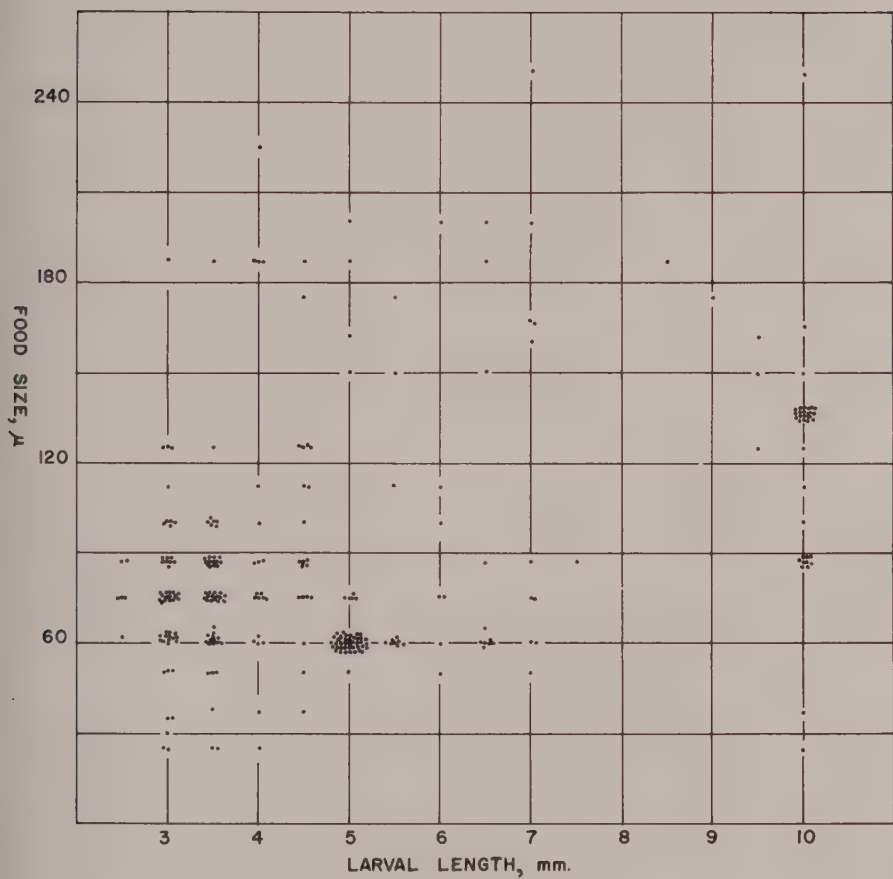


FIGURE 4. Comparison of food size and larval length.

FIGURA 4. Comparación del tamaño del alimento y de la longitud de las larvas.

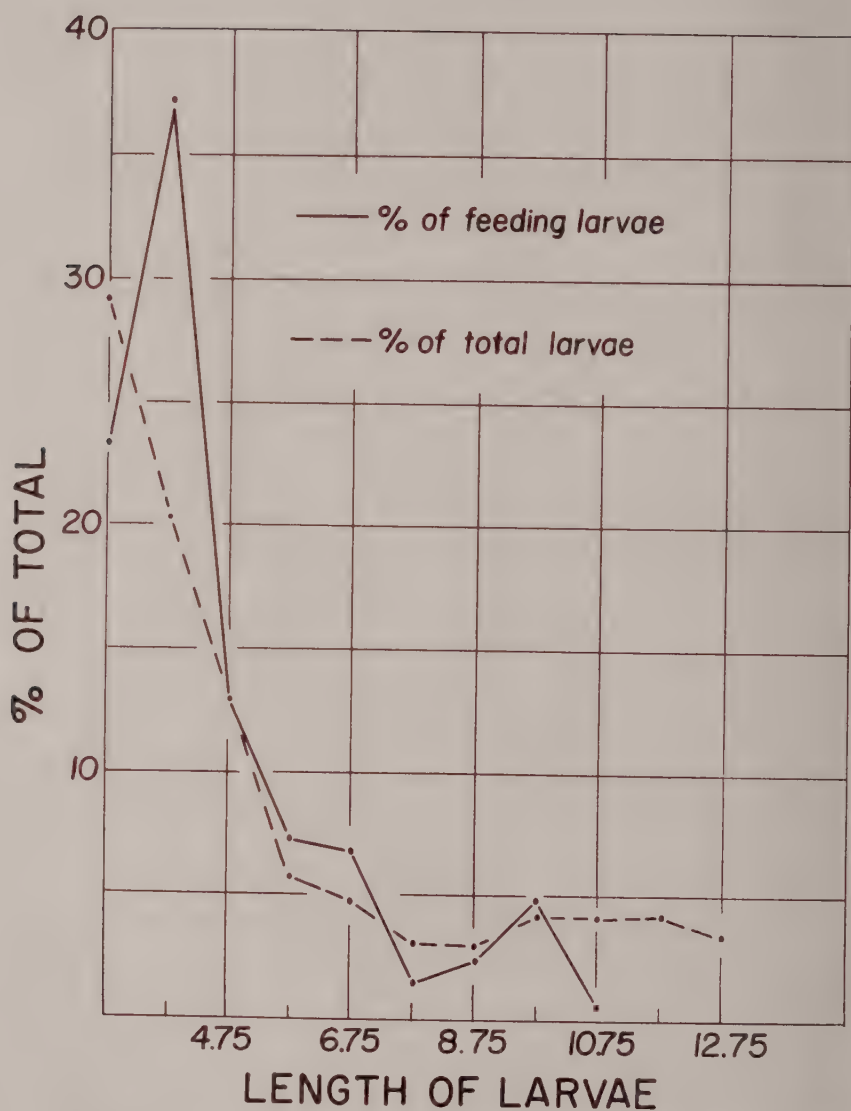


FIGURE 5. Comparison of the percentage of total larvae and the percentage of feeding larvae in various size groups, lengths in millimeters.

FIGURA 5. Comparación del porcentaje del total de larvas con el porcentaje de larvas alimentándose, distribuidas en varios grupos de tamaños; la longitud está indicada en milímetros.

TABLE 1. Size of food* ingested by anchovy and sardine larvae of various sizes.

TABLA 1. Tamaño del alimento* ingerido por las larvas de anchoas y sardinas de distintas dimensiones.

Length of anchovy larvae mm.	Food size anchovy (Present study) μ	Food size anchovy (from Arthur 1956) μ	Length of sardine larvae mm.	Food size sardine (from Arthur 1956) μ
Longitud de las larvas de anchoas mm.	Tamaño del alimento de la anchoa (Estudio presente) μ	Tamaño del alimento de la anchoa (Seg. Arthur 1956) μ	Longitud de las larvas de sardinas mm.	Tamaño del alimento de las sardinas (Seg. Arthur 1956) μ
3	24-186	20-100	4	20-80
5	50-200	20-140	7	70-130
10-12	25-250	240-270	10	80-200

*Measured along longest axis

*Medido a lo largo del eje más largo

TABLE 2. Number and per cent by number of food items of different sizes eaten by anchovy larvae.

TABLA 2. Número y porcentaje de los items de alimento de diferentes tamaños ingeridos por las larvas de anchoas.

Larval length mm.	No. of food items under 90μ	No. of food items over 90μ	% by No. less than 90μ	% by No. more than 90μ
Longitud de las larvas mm.	No. de los items de menos de 90μ	No. de los items de más de 90μ	% por No. menos de 90μ	% por No. más de 90μ
2.5-4.0	110	24	82	18
4.5-6.0	71	18	80	20
6.5-8.0	15	10	60	40
8.5-10.0	12	34	26	74
10.5-12.0	0	1	0	100
12.5-14.0	0	1	0	100
14.5-16.0	0	5	0	100
25	0	1	0	100
Total	208	94	69%	31%

TABLE 3. Composition of food found in guts of anchovy larvae, percentage by number.

TABLA 3. Composición del alimento encontrado en el intestino de las larvas de anchoas; porcentaje por número.

Food item	To 4.5 mm.		5-6.5 mm.		Longer than 7 mm.		Naturaleza del alimento
	1954 samples	Earlier samples ¹	1954 samples	Earlier samples	1954 samples	Earlier samples	
	Hasta 4.5 mm.		De 5-6.5 mm.		De más de 7 mm.		
	Muestras de 1954	Muestras anteriores ¹	Muestras de 1954	Muestras anteriores	Muestras de 1954	Muestras anteriores	
Copepod eggs	40.6	15.3	77.2	14.3	18.3	...	Huevos de copépodos
Copepod nauplii	5.1	42.9	5.4	67.0	12.7	90.0	Naupli de copépodos
Copepod adults	...	...	...	...	1.4	9.1	Copépodos adultos
Euphausiid eggs	...	...	3.3	...	4.2	...	Huevos de eupáusidos
Euphausiid nauplii	0.6	...	...	...	...	...	Naupli de eupáusidos
Tintinnids	22.3	3.1	6.5	...	1.4	...	Tintinoides
Dinoflagellates	0.6	7.1	2.2	3.6	36.6	...	Dinoflagelados
Coccolithophores	...	4.1	...	...	...	...	Cocolitofóridos
Foraminifera	...	2.0	...	...	...	...	Foraminíferos
Clam larvae	...	2.0	...	...	2.8	...	Larvas de moluscos
Ciliates	...	...	...	7.1	...	...	Ciliados
Misc. plant mat.	3.4	21.4	...	7.1	5.6	...	Mat. vegetal misc.
Unident. eggs	8.0	...	1.1	...	8.5	...	Huevos no identificados
Misc. unident.	19.4	...	4.3	...	8.5	...	Mat. misc. no identificado

¹ After Arthur (1956).¹ Según Arthur (1956).

TABLE 4. Comparison of numbers and feeding incidence for day and night caught larvae.
 TABLA 4. Comparación del número e incidencia de larvas con alimento capturadas durante el día y la noche.

	Cruise 5401		Cruise 5404		Cruise 5407		Total all cruises	
	Number	Feeding incidence	Number	Feeding incidence	Number	Feeding incidence	Number	Feeding incidence
	Crucero 5401		Crucero 5404		Crucero 5407		Total todos los cruceros	
	Número	Incidencia de la nutrición	Número	Incidencia de la nutrición	Número	Incidencia de la nutrición	Número	Incidencia de la nutrición
Yolk sac—non-feeding larvae Larvas con saco vitelino—no alimentándose	906	0	612	0	161	0	1,679	0
Day-caught larvae Larvas capturadas de día—Alimentándose	63	5.3	94	4.9	15	3.7	172	4.9
Total number Número total	1,199		1,927		406		3,532	
Day-caught larvae (including twilight) Larvas capturadas de día—Alimentándose (Incluido el crepúsculo)	79	4.0	107	4.2	15	3.7	201	4.1
Total number Número total	1,985		2,544		406		4,935	
Night-caught larvae Larvas capturadas de noche—Alimentándose	24	0.5	15	0.3	0	0.0	39	0.4
Total number Número total	5,068		4,603		417		10,088	
Total larvae Total de larvas	87	1.4	109	1.7	15	1.8	211	1.5
Total number Número total	6,267		6,530		823		13,620	

EL ALIMENTO DE LAS LARVAS DE LA ANCHOA NORTEÑA

ENGRAULIS MORDAX^{1 2}

por

Leo Berner, Jr.

El único trabajo publicado hasta ahora que trata sobre el alimento y nutrición de las larvas de la anchoa norteña, *Engraulis mordax* Girard, es el de Arthur (1956); pero su objeto principal fué la sardina del Pacífico, *Sardinops caerulea* (Girard), y el estudio dedicado a la anchoa soio puede considerarse como preliminar. La presente investigación es una continuación del estudio de Arthur sobre el alimento de las larvas de la anchoa norteña.

Las larvas que se utilizaron para el presente estudio (Tabla 3) fueron puestas a nuestra disposición por el Dr. E. H. Ahlstrom, del Grupo de Investigaciones sobre las Pesquerías del Pacífico Sur del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos, y recolectadas durante el año 1954 frente a las costas de California y Baja California (Figuras 1-3) en el curso de las tomas de plancton que en forma rutinaria efectuó la entidad Investigaciones Cooperativas sobre Pesquerías Oceánicas de California. El autor desea expresar su agradecimiento a los Dres. Martin W. Johnson y Carl L. Hubbs por la lectura y crítica del manuscrito y por sus útiles sugerencias; así como a la Sra. Alice Theilacker por la ejecución de las figuras.

METODO

El método empleado para examinar las larvas fué similar al seguido por Arthur. Las larvas fueron extraídas del líquido en que habían estado preservadas—formol al 5%—y transferidas a glicerina al 95%, lo que tuvo varias ventajas. Las larvas se aclararon de modo que casi todas las partículas de alimento contenidas en el intestino pudieron localizarse sin necesidad de recurrir a la disección. Además, las larvas se hicieron más flexibles y menos expuestas a romperse durante la disección, ya que la mayor viscosidad de la glicerina amortiguó el movimiento, lo que facilitó la disección.

Después de aclararlas durante por lo menos 24 horas, las larvas fueron examinadas bajo un microscopio de pequeño aumento con el propósito de reconocer las partículas de alimento en el intestino. Como ocurre

¹ Contribución del Instituto Scripps de Oceanografía, Nueva Serie.

² Este trabajo ha sido realizado mientras el autor trabajaba en el Ministerio del Interior, Servicio de Pesca y Vida Silvestre, Oficina de Pesquerías Comerciales, La Jolla, California, Estados Unidos.

con las larvas de clupeidos, el intestino de la anchoa está suspendido debajo de la musculatura del cuerpo de modo que queda visible en toda su longitud, excepto en un corto trecho obscurecido por el hígado. Las larvas con alimento y las que estuvieron bajo la sospecha de contenerlo, fueron colocadas sobre un portaobjetos para ser examinadas con un microscopio de mayor aumento. Muchas partículas de alimento pudieron ser identificadas y medidas en el sitio; otras larvas se disecaron para estudiarlas más detenidamente.

NUTRICION

Soleim (1942) observó que el alimento ingerido por las larvas de arenque pasaba muy rápidamente a la parte posterior del intestino. Las partículas de alimento ingeridas por las anchoas, aparentemente pasan con rapidez por el esófago; en el curso de este estudio no se encontraron larvas con alimento en este órgano. Estudios preliminares sugerían que el alimento podría estar en las partes hinchadas que fueron observadas a lo largo del esófago de muchas larvas. La cuidadosa disección de cierto número de tales áreas hinchadas permitió ver que no contenían material alimenticio; se admite que representan gotitas de agua tomada durante las contorsiones de las larvas que entraban en el estado de coma. En un número algo menor de larvas se encontró que el intestino presentaba unas áreas largas y extendidas en forma de burbuja. En el curso del examen de estas áreas no se encontró ni resto de partículas de alimento.

Normalmente, el material contenido en el intestino pudo verse fácilmente a través del tejido circundante, pero algunas partículas bien digeridas sólo pudieron encontrarse al disecar áreas pequeños y extendidas del intestino. En algunas de las larvas de más de 12 mm. de longitud, la pared del intestino estuvo mal preservada cerca de las partículas de alimento aunque, por lo demás, dichas larvas estuvieron en excelentes condiciones. Apparently el formol había penetrado lentamente, de modo que las enzimas digestivas pudieron destruir el intestino desde el interior.

TAMAÑO DEL ALIMENTO

Arthur (1956) encontró que las larvas de anchoas ingerían alimento cuyo tamaño variaba entre límites mayores que el de las larvas de sardinas. Mis datos indican límites más amplios, aún para el tamaño del alimento de las larvas de anchoa capturadas en 1954, que los indicados por Arthur para las larvas examinadas por él (Tabla 1). Estas diferencias no pueden relacionarse con el efecto de las estaciones, pero queda la posibilidad de que el alimento disponible haya sido muy diferente en 1951-52.

A medida que las larvas crecen, se pone de manifiesto la tendencia hacia la ingestión de alimento de mayor tamaño (Tabla 2), pero esta tendencia es menos marcada que en la sardina. La Figura 4 presenta la distribución del tamaño de las partículas de alimento inferior a 300 μ en

las larvas con una longitud entre 2.5 y 10 mm. Sólo hubo 4 ítems de alimento con un tamaño superior a 300 μ .

COMPOSICION DE LA DIETA

En las larvas de anchoas coleccionadas durante 1954, la composición efectiva del material alimenticio difiere en forma evidente de la encontrada por Arthur (Tabla 2). En efecto, en vez de llegar a ser menos eurífagas con el tamaño, las larvas de 1954 siguieron comiendo un material muy variado. Las larvas que medían más de 7 mm. fueron las que comían la mayor variedad de material. Crustáceos, principalmente copépodos en distintos estados de desarrollo, constituyeron el alimento de mayor tamaño de todos los grupos de larvas.

El alto porcentaje de dinoflagelados en las larvas con una longitud de más de 7 mm. resultó casi enteramente de los datos obtenidos en una estación. Una anchoa de 10 mm., de esta estación, contuvo 21 dinoflagelados y éste ha sido el mayor número de partículas de alimento encontradas en una larva.

INCIDENCIA DE LA NUTRICION

El porcentaje más alto de larvas con alimento se encontró entre las de menor tamaño; el grupo mayor tenía una longitud de 3.75 mm. (Figura 5). En los tamaños menores, de 2.5 y 3.0 mm., la proporción de las larvas con alimento disminuye bruscamente debido al predominio de las larvas poseedoras de saco vitelino que no se alimentan. Ninguna de las larvas con ojos sin pigmentar contenía alimento. La pérdida del vitelio y el desarrollo de pigmento en los ojos suelen ocurrir simultáneamente. Una merma evidente existe también en el porcentaje de larvas con alimento en los grupos de mayor tamaño, representadas en las muestras examinadas. En larvas con una longitud mayor de 10 mm., raras veces se encuentra alimento. Entre los 4.5 y los 9.5 mm., la merma en el porcentaje de larvas con alimento es paralela a la merma en el porcentaje del total de larvas de cada grupo de tamaño. El porcentaje de las larvas con alimento, que miden más de 9.5 mm., cae rápidamente a un nivel muy bajo.

Lebour (1918, 1919, 1920 y 1921), quien estudió el alimento de muchos peces en el estado larval, afirmó (1921) "... fueron examinados algunos millares de clupeidos jóvenes, encontrándose que el porcentaje más elevado de postlarvas era el de las vacías". Otras investigaciones sobre la nutrición de las larvas de clupeidos mostraron la misma baja incidencia en la alimentación de las larvas. La incidencia general de las larvas con alimento, indicada por los datos del crucero de 1954, ha sido muy baja; en un total de 13,620 larvas que podían nutrirse potencialmente, sólo se encontraron 211 larvas conteniendo alimento. En este ejemplo no están incluidas las larvas con saco vitelino.

La incidencia de las larvas con alimento, de cualquier crucero, no difiere en forma apreciable de la incidencia general de 1.5%. Pero, al comparar la incidencia de la nutrición nocturna con la diurna, se observa que la incidencia diurna supera a la nocturna por lo menos 10 veces (Tabla 4). Al definir el término "diurno" como abarcando el período entre la salida y la puesta del sol, resulta que el 81.5% de las larvas con alimento fué capturado en los arrastres de plancton hechos durante el día; pero si se considera 45 minutos para el crepúsculo, resulta que el 95.3% de las larvas con alimento se capturó en el curso de las horas con luz de día. Sólo el 32.7% del total de las postlarvas con saco vitelino fué tomado en capturas hechas en horas con luz de día y luz crepuscular, por lo cual el 95.3% de las larvas con alimento se encuentra en sólo el 32.7% de las larvas. Esto indica que las larvas de anchoas dependen de su sentido visual durante la nutrición.

Al examinar las cartas (Figura 1-3) que indican los lugares de captura de las larvas de anchoas durante los tres cruceros considerados, puede observarse que las estaciones en que se obtuvieron las larvas con alimento no están distribuidas por toda la región, sino que tienden a presentarse en ciertas áreas. Estas se encuentran al sur de Punta Concepción y Punta Eugenia, respectivamente, y son las áreas de concentración de los organismos con que se alimentan las larvas de peces (Arthur, 1956).

CONDICION FISICA DE LAS LARVAS

En el curso de esta investigación nos sorprendió el gran número de larvas preservadas en malas condiciones que encontramos en las muestras. Muchas habían perdido sus ojos y estaban bastante flácidas; en algunas el hígado estaba consumido casi por completo. Resultó imposible determinar en forma positiva si estas malas condiciones se debían a daños sufridos por las larvas al ser capturadas vivas, a una mala preservación y tratamiento inadecuado después de la captura, o al hecho de que las larvas estuvieran ya muertas o al morir en el momento en que se capturaban. También otros investigadores han encontrado en sus muestras larvas presumiblemente muertas antes de la captura. Soleim (1942) informó en su trabajo sobre el arenque, *Clupea harengus*, que las muestras contenían larvas que ya estaban muertas cuando fueron tomadas en los rastreos planctónicos. Marr (1956: 167-168) se expresó en el sentido de que eso puede ser la consecuencia de algún artefacto introducido durante el lavado descuidado de la red planctónica; cita a su vez, sin embargo, otros ejemplos de larvas que estaban muertas al ser capturadas. Arthur (1956) informó sobre un número considerable de larvas de sardinas en mala condición; asumiendo que pudieron haber estado muertas, en un alto porcentaje, en el momento de la captura. Hizo una tabulación (1956: 105) de las diferencias morfológicas entre las larvas bien y mal preser-

vadas, basado en el examen detenido de un gran número de larvas. Parece probable que un número significativo de larvas capturadas mediante las tomas rutinarias de plancton y examinadas en este trabajo, estuvieron ya sea muertas o bien muriéndose en el momento de la captura. El aspecto del hígado puede considerarse como uno de los mejores indicadores de la condición de las larvas en este momento; en las larvas mal preservadas, un hígado grande e intacto sugiere que se trata de una larva que ha sido dañada durante la captura o la preservación, mientras que un hígado casi consumido sugiere una larva que estaba muriéndose al ser capturada o que se encontraba entonces en estado de inanición.

Las larvas de anchoas con una longitud mayor de 15 mm. por lo general estaban bien preservadas, a pesar de la incidencia extremadamente baja de su nutrición. La mayoría de estas larvas de mayor tamaño se capturó durante la noche cuando, de acuerdo con los datos que poseemos, menos se espera que contengan alimento. Una explicación comprensible de este fenómeno es la de que las larvas mayores son capaces de eludir la red mientras hay luz solar y se nutren y que sólo se capturan de noche cuando no se alimentan. La reducida colección de larvas grandes de sardinas durante el día fué examinada por Ahlstrom (1954: 129-130) y sus datos tienen validez también para las anchoas.

DISCUSION

La baja incidencia de alimentación encontrada en las larvas de clupeidos llevó a especulaciones considerables. Al tratar la razón de la falta de alimento en clupeidos jóvenes, Lebour (1921: 458) sugirió como causa probable de la falta de alimento en los estados transparentes, la de que el alimento se digiere rápidamente porque, de otra manera, su presencia en el intestino haría a las larvas muy visibles; según esta sugerencia, el alimento se ingiere sólo a grandes intervalos y pasa rápidamente por el intestino. Resultaría, en estas circunstancias, que sólo casualmente podrían capturarse peces con alimento. Arthur (1956) admitió dos otras posibilidades, que son las siguientes: la primera, sugerida por el Dr. Carl L. Hubbs, es la de que el cuerpo acuoso y gelatinoso del tipo leptocefálico de las larvas de clupeidos requiere menos alimentación por unidad de volumen que las larvas con un cuerpo más sustancioso; la segunda, que él describió ampliamente, aunque sólo la aplicó a la sardinas, es la de que las larvas sanas pueden escapar a la red, de modo que las capturadas representan un porcentaje desproporcional de larvas enfermas y moribundas. Mi propia observación de que entre las larvas examinadas parecía haber un número desproporcionado de individuos "muertos", muy mal preservados, entra dentro de esta hipótesis alternativa. Probablemente todos estos factores intervienen hasta cierto punto, pero no puede hacerse estimación alguna sobre su importancia relativa.

Morris (1955) sugirió que los peces marinos pueden obtener parte

de su alimento de la materia orgánica "disuelta" y esbozó un mecanismo para su uso; para sostener su punto de vista, escribió (página 258): "Entre gran número de larvas mantenidas en el laboratorio no he visto indicación alguna de que la digestión se desarrolle a un ritmo muy rápido, ni tampoco pareció ser muy completa". Lamentablemente, no dijo a qué larvas hacía referencia, ni tampoco definió el concepto "rápido". Más tarde (1956), dió una lista de las larvas que había mantenido y por cuánto tiempo consiguió tenerlas, sin agregar nada, sin embargo, sobre el ritmo de la digestión o su eficiencia. En una comunicación personal dirigida a Arthur, dejó establecido que las larvas de anchoas de unos 30 a 40 mm., con el intestino vacío, eliminaban heces a una hora o a una hora y cuarto después de haberse colocado alimento en el tanque.

Volviendo a nuestras muestras, poco es lo que puede decirse sobre la velocidad de la digestión. Sin embargo, en dos muestras tomadas dentro de los 45 minutos después de la puesta del sol, todas las partículas alimenticias presentes se vieron en las partes posteriores del intestino. La digestión de la mayor parte del material encontrado en los intestinos de la anchoa se había hecho casi totalmente. Los naupli de copépodos sólo pudieron identificarse mediante su exoesqueleto quitinoso, que parecía un dibujo lineal, ya que todo el material interior había sido digerido.

Indiferentemente de la explicación que se dió, todos los estudios del contenido estomacal de los clupeidos muestran una baja incidencia de la nutrición. El examen definitivo de cualesquiera de las hipótesis expresadas, o de una combinación de ellas, para explicar esta aparente ausencia de alimento, no podrá basarse en el estudio de larvas preservadas, sino que deberá hacerse sobre ejemplares vivientes en forma experimental y bajo condiciones similares a las existentes en la naturaleza.

LITERATURE CITED—BIBLIOGRAFIA CITADA

Ahlstrom, E. H.

- 1954 Distribution and abundance of egg and larval populations of the Pacific Sardine.
U. S. Dept. Int., Fish and Wildlife Serv., Fish. Bull. 93, pp. 83-140.

Arthur, David K.

- 1956 The particulate food and food resources of the larvae of three pelagic fishes, especially the Pacific sardine, *Sardinops caerulea* (Girard).
Unpublished doctoral dissertation, on file in the library of Scripps Institution of Oceanography, University of California, La Jolla, 231 pp.

Lebour, M. V.

- 1918 The food of post-larval fish.
Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K., Vol. 11, pp. 433-469.
1919 The food of post-larval fish. No. II.
Ibid., Vol. 12, pp. 22-47.
1920 The food of young fish. No. III.
Ibid., Vol. 12, pp. 261-324.
1921 The food of young clupeoids.
Ibid., Vol. 12, pp. 458-465.

Marr, J. C.

- 1956 The "critical" period in the early life history of marine fishes.
Jour. Cons. Internat. Expl. Mer, Vol. 21, No. 2, pp. 160-170.

Morris, Robert W.

- 1955 Some considerations regarding the nutrition of fish larvae.
Jour. Cons. Internat. Expl. Mer, Vol. 20, No. 2, pp. 255-265.
1956 Some aspects of the problem of rearing marine fishes.
Bull. Inst. Oceanographique, Vol. 53, No. 1082, pp. 1-61.

Soleim, P. A.

- 1942 Årsaker til rike og fattige årganger av sild.
Fisjeridirektoratets Skrifter, Ser. Havundersokelser, Vol. 7, No. 2, 39 pp. (English summary, 2 pp.).

